

Evaluasi Performa Model *Transfer Learning EfficientNet* Untuk Mendeteksi Penggunaan Masker Wajah Dengan Dataset Multi Kelas

Galang Adenata^{*1}, Faiz Faturrachman², Adam Pradipta Yogaswara³

Robi Wariyanto Abdullah⁴

¹²³⁴STMIK Amikom Surakarta

¹²³⁴Sukoharjo Indonesia

Email: ¹galangadenata@gmail.com, ²faizfatur1@gmail.com,
³adamswara0@gmail.com, ⁴robiwa@dosen.amikomsolo.ac.id

Abstract

The batik industry is a major production sector in Indonesia. However, the manufacturing process, especially batik dyeing, produces smoke and chemicals that are harmful to respiratory and physical health. The use of masks is an important measure to protect workers from exposure to air pollution in the batik production environment. However, many people do not comply with these health protocols. The use of Personal Protective Equipment (PPE) to protect health, especially in the case of improper and incorrect mask usage. Therefore, the use of Deep Learning-based face mask detection tools is necessary to monitor mask compliance in the batik industry, using the EfficientNet model, comparing the B0 and B4 architectures. The results of the EfficientNet-B4 Epoch 50 model research had the best results, namely Train Acc (0.9249), Accuracy (0.9523), Train Loss (0.2193), Loss (0.1595), Precision (0.9515), Recall (0.9498), and F1 Score (0.9505). This study aims to evaluate the EfficientNet Transfer Learning model in detecting the use of face masks properly, correctly, and accurately.

Keywords: EfficientNet, Face Mask Detection, Health, Technology, Transfer Learning

Abstraksi

Industri Batik merupakan sektor produksi besar di Indonesia, Namun proses pembuatannya, terutama pada pewarnaan batik, menghasilkan asap dan bahan kimia yang berdampak buruk bagi pernafasan dan kesehatan tubuh. Penggunaan Masker merupakan langkah penting untuk melindungi pekerja dari paparan polusi udara di lingkungan produksi batik. Namun Banyak orang yang Tidak Mematuhi Protokol Kesehatan tersebut. Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) untuk melindungi kesehatan tubuh, Terutama pada penggunaan masker yang salah dan tidak tepat. Oleh karena itu, Penggunaan Alat deteksi masker wajah berbasis Deep Learning diperlukan untuk memantau kepatuhan penggunaan masker pada Industri Batik, dengan menggunakan Model EfficientNet, menggunakan Perbandingan Arsitek B0 dan B4. Hasil Penelitian Model EfficientNet-B4 Epoch 50 mempunyai Hasil Terbaik yaitu Train Acc (0.9249), Accuracy (0.9523), Train Loss (0.2193), Loss (0.1595), Precision (0.9515), Recall (0.9498), F1 Score (0.9505). Penelitian ini bertujuan untuk Mengevaluasi model Transfer Learning EffienctNet dalam deteksi penggunaan masker wajah dengan baik, benar dan akurat.

Kata Kunci: Deteksi Masker Wajah, EfficientNet, Kesehatan, Teknologi, Transfer Learning

1. PENDAHULUAN

Dalam menggunakan masker yang baik dan benar, terdapat aturan yang harus diikuti supaya bisa melindungi dari paparan polusi udara, mencegah penyebaran penyakit yang dapat memicu masalah Kesehatan. Agar masker dapat bekerja dengan baik, harus dipakai dengan cara menutupi area wajah yang penting seperti hidung dan mulut secara keseluruhan. Jika cara penggunaan masker salah, akan mengurangi perlindungan secara signifikan. Maka dari itu, dibutuhkan sistem yang menggunakan teknologi visi komputer untuk memantau dan memastikan bahwa masker sudah digunakan dengan cara yang baik dan benar yaitu menutupi area hidung dan mulut [1].

Kemajuan Teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) dan Pembelajaran Deep Learning telah memberikan kontribusi dalam pengembangan system deteksi berbasis computer. Transfer Learning adalah salah satu pendekatan yang banyak digunakan, yaitu pada Teknik pemanfaatan model yang telah dilatih dengan bertahap untuk menyelesaikan tugas baru dengan data terbatas. Model EfficientNet merupakan salah satu pre-trained model Convolutional Neural Network (CNN). EfficientNet mempunyai 8 Arsitektur, yaitu EfficientNet-B0 hingga EfficientNet-B7 dimana ketika semakin tinggi blok yang digunakan maka akan semakin tinggi juga jumlah parameter yang dihasilkan. Untuk melakukan pengujian Kami menggunakan EfficientNet B0 dan B4 Sebagai perbandingan dan mendapatkan Hasil tertinggi yaitu pada Model B4 dengan accuracy di angka tertinggi yaitu 0.9523 [2][3] [4].

Penggunaan Masker wajah, EfficientNet mempunyai Potensi besar karena Kemampuannya dalam hal menyeimbangkan kompleksitas jaringan dan pada performa klasifikasi pada Gambar. Tetapi untuk performa pada model ini perlu evaluasi dengan kategori pengenalan wajah dengan masker, tanpa masker, memakai masker, dan kesalahan dalam pemakaian masker yang tidak benar. Pada evaluasi ini penting untuk memastikan bahwa system dapat digunakan secara Optimal dalam lingkungan yang nyata, di area public, System keamanan otomatis, dan Fasilitas Kesehatan [5][6].

Pada sektor Industri batik di Indonesia sangat banyak dan beragam. Untuk tahap proses Produksi di Industri batik mempunyai banyak tahapan, Terutama pada tahap pewarnaan dan pelodoran batik, banyak menghasilkan asap dan bahan kimia seperti natrium karbonat, soda api, pewarna sintesis. Paparan yang bisa di sebabkan oleh bahan kimia dan polusi udara mencakup gangguan pernapasan, iritasi kulit, hingga penyakit paru-paru. Untuk mengurangi resiko kesehatan, penggunaan masker menjadi langkah penting dalam upaya keselamatan dan kesehatan kerja (3K). Namun pada kenyataannya, masih ditemukan banyak pekerja Industri batik yang tidak disiplin dalam memakai masker saat bekerja. Situasi ini menimbulkan kebutuhan terhadap alat deteksi masker sebagai bentuk pengawasan dan kedisiplinan di tempat kerja. Oleh karena itu, kebutuhan System deteksi Masker otomatis yang mampu mengidentifikasi penggunaan masker dengan tepat sangat diperlukan guna meningkatkan pengawasan Penggunaan Masker dengan baik dan benar [7][8].

Penelitian ini bertujuan untuk Mengevaluasi model Transfer Learning EfficientNet dalam mendeteksi penggunaan masker wajah dengan dataset multi kelas. Diharapkan Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi pengembangan system deteksi penggunaan masker otomatis yang efisien dan akurat. Serta berkontribusi dalam upaya penerapan standar Alat Pelindung Diri (APD) untuk menjaga kesehatan [8][9][10].

2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Penelitian dari Saputra Tahun 2023, membangun system Deteksi Wajah berbasis dengan CNN. Dan mampu membedakan wajah yang memakai masker dan tidak menggunakan masker, dan bertujuan membantu pengawasan pada protocol kesehatan.

Hasil Penelitian ini Mengembangkan System deteksi masker dengan model CNN dengan dua kelas, yaitu memakai masker dan tidak. Dataset gambar dilatih Menggunakan CNN dan hasilnya menunjukkan akurasi yang Baik meskipun tanpa penyajian angka performa kurang spesifik Dan belum mengevaluasi kondisi pemakaian masker yang tidak tepat dan belum menyediakan metrik evaluasi lengkap [11].

Menurut Penelitian dari R. Wariyanto Tahun 2025, Penelitian ini Bertujuan mengklasifikasikan jenis buah apel secara otomatis menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) dengan Scikit-learn (Python) dan metode fitur RGB, HSV, Serta Histogram warna. Dataset berisi 7 jenis apel dengan total 16.404 citra training dan 2.134 Citra Testing.

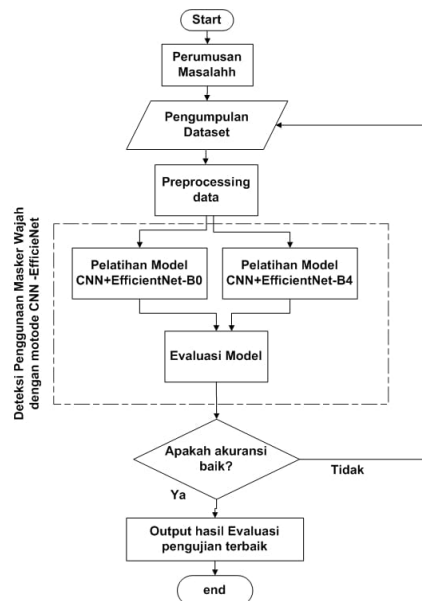
Hasil Penelitian ini mempunyai hasil akurasi tertinggi terbesar 96,9%, terbukti metode KNN Efektif untuk mengklasifikasi jenis buah apel [12].

Menurut Penelitian dari A Pradana, Tahun 2022, Penelitian ini membangun system deteksi ketepatan penggunaan masker wajah dengan menggabungkan algoritma Haar Cascade untuk deteksi area wajah dan CNN.

Hasil penelitian ini mengklasifikasi tiga kondisi yaitu memakai masker dengan benar, tidak tepat dan tanpa masker. Serta hasil Accuracy dengan nilai 97% dan Loss 0,08. Menjelaskan performa deteksi yang baik [13].

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan pembelajaran mendalam (*Deep Learning*) untuk menciptakan dan menguji model yang mendeteksi masker wajah. Tujuan utama yaitu untuk membandingkan kinerja dari dua arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) yang digabungkan dengan versi model *transfer learning EfficientNet* khususnya versi B0 dan B4.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Pada gambar 1 merupakan alur dari tahapan penelitian yang menjelaskan langkah-langkah terstruktur digunakan untuk menguji model deteksi masker wajah.

3.1. Perumusan Masalah

mengidentifikasi dan merumuskan masalah secara spesifik dengan mengembangkan model *Deep Learning* yang baik untuk deteksi penggunaan masker wajah.

3.2. Pengumpulan Dataset

Pada tahap pengumpulan dataset untuk pengujian, kami mengambil dataset dari Platform Kaggle.com, Dataset diunduh langsung pada platform Kaggle karena menyediakan kumpulan data yang sudah terorganisir, dan Pengambilan ini digunakan untuk bahan pengujian yaitu Training dan Testing. Hal ini bertujuan mengumpulkan data gambar yang digunakan untuk melatih dan menguji model EfficientNet.

3.3. Preprocessing Data

Pada tahap Preprocessing data, Tahap ini mencakup beberapa langkah yaitu Dataset yang sudah diambil dari Kaggle.com kemudian diolah dengan menggunakan Google Colaboratory. Tahap Preprocessing data masuk pada pengubahan ukuran gambar yang sesuai kebutuhan pada model EfficientNet B0 dan B4 (160x160 piksel B0 dan 224x224 piksel B4) lalu konversi format ke RGB, serta pada gambar diubah menjadi tensor dan dinormalisasikan dengan menggunakan Nilai Mean dan standar ImageNet. Selama tahap berjalan, Setiap gambar diubah ukurannya menjadi resolusi yang cocok algoritma klasifikasi dan juga memastikan gambar siap digunakan dalam Pelatihan Model EfficientNet.

3.4. Pelatihan Model CNN+EfficientNet-B0 dan CNN+EfficientNet-B4

Pada tahap ini bertujuan untuk membandingkan kedua model tersebut dengan memeriksa tingkat akurasi kinerja, efisiensi komputasi, dan baik tidaknya dalam menangani berbagai situasi pada dataset deteksi masker wajah, guna menentukan arsitektur mana yang menawarkan kombinasi terbaik antara kecepatan dan hasil.

3.5. Evaluasi Model

Setelah pelatihan model selesai, tahap ini bertujuan untuk mengevaluasi performa dari kurva pelatihan (*training curve*) yang menunjukkan *accuracy* dan *loss* untuk setiap epoch, untuk data pelatihan dan validasi juga dianalisis untuk mendeteksi tanda-tanda *overfitting* dan memeriksa seberapa stabil proses dalam pelatihan model tersebut.

3.6. Pengujian kriteria Akurasi

Tahap ini bertujuan untuk menguji kriteria akurasi, di mana hasil dari evaluasi model akan dibandingkan dengan standar minimum yang telah ditentukan. Jika model tersebut tidak memenuhi syarat yang telah ditentukan, maka akan Kembali ke tahap pengumpulan dataset hingga model memenuhi standar.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Penelitian ini Kami menggunakan peran dari dua Arsitektur EfficientNet-B0 dan EfficientNet-B4. Pada Penelitian ini kami menggunakan Epoch 50, 75, dan 100. Untuk tujuan penelitian kami mengetahui Arsitektur dan Jumlah Epoch yang memberikan performa terbaik dan optimal terhadap klasifikasi Deteksi masker. Untuk bahan Penelitian menggunakan Dataset, dan ada 5 Kelas yaitu, Bare Face, Beard, Face Blocked, Face Mask, dan Incorrect Mask.

Dalam tahap uji coba kami melakukan Test terhadap Arsitek dari B0 dan B4, dan percobaan pada masing-masing epoch mulai dari epoch 50, 75, dan 100. Pada tahap percobaan ini kami melakukan riset dari hasil tersebut. Data hasil riset tersebut kami kelompokkan dan diambil dari hasil Accurasi yang paling terbaik dan stabil untuk dibuat Tabel Data Analisis Performa dari Tiga Model tersebut.

4.1. Analisis Performa Model EfficientNet.

Berikut adalah sebuah hasil rekap dari pengujian Model Perbandingan dari EfficientNet B0 dan B4. Dalam hasil perbandingan model dari B0 dan B4 Masing-Masing mempunyai Accuracy, Loss, Precision, Recall dan F1 Score. Tapi Untuk Hasil Accuracy Terbaik antara B0 dan B4 hasilnya masih lebih unggul di Model B4 Dengan Hasil Terbaik di Epoch 50 dengan Angka 0.9523.

Tabel 1. Performa Terbaik Model EfficientNet B0 dan B4.

Model	Epoch	Accuracy	Loss	Precision	Recal	F1 Score
	50	0.9337	0.1934	0.9328	0.9317	0.9322
	75	0.9360	0.2070	0.9355	0.9344	0.9349

Model	Epoch	Accuracy	Loss	Precision	Recal	F1 Score
B0	100	0.9323	0.1861	0.9310	0.9302	0.9306
B4	50	0.9523	0.1595	0.9515	0.9498	0.9505
	75	0.9210	0.2621	0.9212	0.9180	0.9188
	100	0.9378	0.2100	0.9358	0.9333	0.9345

Berdasarkan pada Hasil performa Model EfficientNet-B0 Menunjukkan bahwa dari ketiga Epoch mempunyai Accuracy dari 0.9323 hingga 0.9360. Untuk nilai Precision, Recall dan F1 Score Mempunyai Konsistensi di nilai 0.93. yang mempunyai arti bahwa model mampu melakukan prediksi dengan stabil antara deteksi kelas benar (Precision) dan kemampuan menangkap seluruh sampel (Recall). Untuk EfficientNet-B0 mempunyai Nilai Loss yang rendah di Epoch 100 dengan hasil Loss 0.1861, Dapat Menunjukkan Bahwa Peningkatan kualitas pembelajaran dan adanya minim kesalahan pada Pelatihan.

Untuk Hasil Pada Model Arsitek EfficientNet-B4 Mempunyai hasil Performa yang sangat tinggi dan sangat baik. Terutama pada Epoch 50 dengan perolehan Nilai Accuracy tertinggi di 0.9523, disertai Precision 0.9515, Recall 0.9498, dan Nilai F1-Score 0.9505 Nilai ini merupakan nilai perolehan tertinggi Pada Epoch 50. Selain itu, Untuk keseluruhan nilai terhadap EfficientNet-B4 mempunyai performa lebih tinggi dari pada EfficientNet-B0. Model EfficientNet-B4 Epoch 50 Merupakan performa terbaik ketika berada di Epoch yang tepat.

4.2. Analisis Pengujian EfficientNet-B4.

Untuk tahap Analisis Model Arsitek EfficientNet-B4 dengan menggunakan Epoch 50, 75, dan 100, Dalam 3 Epoch ini, nantinya akan digunakan untuk Evaluasi Nilai Accuracy di setiap kelas, Dengan menggunakan EfficientNet-B4, Untuk melihat hasil dari perbedaan Nilai di setiap Prediksi.

4.2.1. Pengujian EfficientNet-B4 Epoch 50.

Pada Hasil Pengujian EfficientNet-B4 Epoch 50 Merupakan Hasil Performa yang Mempunyai Nilai accuracy Terbaik. Untuk Hasil juga sudah ditentukan karena Model Arsitek EfficientNet-B4 mampu mengklasifikasi pada setiap kelas dengan baik. Lalu untuk hasil pengujian sudah dibuat pada Tabel ke 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian EfficientNet-B4 Epoch 50.

Epoch	Train Acc	Accuracy	Train Loss	Loss	Precision	Recall	F1 Score
1	0.7573	0.9059	0.9796	0.6354	0.9060	0.9007	0.9024
2	0.8662	0.9098	0.5554	0.4531	0.9123	0.9042	0.9071
3	0.8756	0.9188	0.4505	0.3753	0.9191	0.9148	0.9161
4	0.8852	0.9253	0.3951	0.3302	0.9257	0.9213	0.9227
5	0.8888	0.9265	0.3635	0.3147	0.9285	0.9228	0.9242
6	0.8956	0.9253	0.3415	0.2875	0.9271	0.9215	0.9228
7	0.8994	0.9356	0.3248	0.2617	0.9366	0.9334	0.9342
8	0.9072	0.9253	0.3087	0.2625	0.9266	0.9214	0.9232
9	0.9007	0.9446	0.3012	0.2519	0.9459	0.9420	0.9434

Epoch	Train Acc	Accuracy	Train Loss	Loss	Precision	Recall	F1 Score
10	0.9017	0.9394	0.3049	0.2374	0.9411	0.9366	0.9378
...	...	...	...	...	...	...	...
50	0.9249	0.9523	0.2193	0.1595	0.9515	0.9498	0.9505

Pada Epoch 50. EfficientNet-B4 Menunjukkan performa terbaik dan paling stabil dibandingkan dua Epoch lainnya. Model mampu mengklasifikasi sebagian besar kelas dengan akurasi tinggi. Dengan demikian, Epoch 50 Adalah titik Pelatihan terbaik bagi EfficientNet-B4. Untuk perbandingan Train Acc dengan Train Loss pada train Accuracy Mendapatkan hasil pengujian dengan angka yang baik yaitu 0.9249, Lalu untuk hasil pengujian dari Train Loss mendapatkan hasil Lebih sedikit di angka 0.2193 yang artinya Untuk kegagalan anailis dari Pelatihan Sangat Minim, Bisa Katakan bahwa Model Mampu dan berhasil belajar dengan baik.

4.2.2. Pengujian EfficientNet-B4 Epoch 75.

Untuk Model Arsitek EfficientNet-B4 Epoch 75 Merupakan hasil yang mempunyai Konsistensi terhadap Model EfficientNet-B4 dengan Epoch 75. EfficientNet-B4 Menunjukkan peningkatan yang stabil. Untuk hasil data sudah dibuat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian EfficientNet-B4 Epoch 75.

Epoch	Train Acc	Accuracy	Train Loss	Loss	Precision	Recall	F1 Score
1	0.7962	0.8756	0.9600	0.6532	0.8792	0.8680	0.8713
2	0.8684	0.8886	0.5456	0.4840	0.8894	0.8828	0.8846
3	0.8778	0.9003	0.4442	0.4185	0.9019	0.8951	0.8970
4	0.8927	0.8938	0.3872	0.3769	0.8945	0.8895	0.8908
5	0.8986	0.9132	0.3557	0.3601	0.9148	0.9095	0.9110
6	0.9002	0.9080	0.3382	0.3462	0.9089	0.9030	0.9048
7	0.8950	0.9003	0.3178	0.3422	0.9008	0.8975	0.8972
8	0.9073	0.9067	0.2959	0.3215	0.9076	0.9030	0.9037
9	0.9076	0.9067	0.2934	0.3196	0.9072	0.9035	0.9037
10	0.9128	0.9054	0.2757	0.3056	0.9060	0.9011	0.9019
...	...	...	...	...	...	...	...
75	0.9362	0.9210	0.1843	0.2621	0.9212	0.9180	0.9188

Pada Proses pelatihan dengan menggunakan model arsitek EfficientNet-B4 yang dilatih sampai 75 Epoch terlihat bahwa performa model mengalami peningkatan konsisten dari awal pelatihan sampai akhir pelatihan. Pada Epoch pertama untuk nilai Pelatihan masih berada di 0.79-0.89. Pada Perbandingan Train Acc dan Train Loss Mempunyai perbandingan dimana Train Acc pada nilai Pelatihan mulai naik secara bertahap Hingga Mencapai Nilai baik di 0.9362, Sedangkan pada Train Loss Mempunyai nilai di 0.1843. Pada pola Vall Accuracy Juga Mempunyai pola yang baik dari 0.87-0.92. Penurunan terhadap Train Loss dan Vall Loss juga menunjukkan bahwa model mampu mempelajari pola data secara efektif tanpa adanya indikasi Overfitting.

4.2.3. Pengujian EfficientNet-B4 Epoch 100.

Pada Hasil Pengujian menggunakan EfficientNet-B4 dengan Menggunakan Epoch 100 Memiliki Hasil yang baik. Tetapi tidak Lebih baik dengan EfficientNet-B4 Epoch 50. Untuk hasil Pengujian ini sudah cukup baik dan stabil, Karena Model mampu untuk Belajar dan menganalisis data dengan baik dan benar. Jika dibandingkan dengan EfficientNet-B4 Epoch 75, Untuk Model Epoch 100 ini sudah lebih baik. Untuk hasil pengujian sudah dibuat pada Tabel 4.

Tabel.4 Hasil Pengujian EfficientNet-B4 Epoch 100.

Epoch	Train Acc	Accuracy	Train Loss	Loss	Precision	Recall	F1 Score
1	0.7719	0.8912	0.9742	0.6470	0.8889	0.8822	0.8843
2	0.8568	0.8977	0.5592	0.4670	0.8943	0.8890	0.8914
3	0.8769	0.9067	0.4488	0.3856	0.9073	0.8973	0.9016
4	0.8918	0.9093	0.3856	0.3475	0.9092	0.9016	0.9049
5	0.8918	0.9210	0.3587	0.3266	0.9194	0.9152	0.9169
6	0.8947	0.9210	0.3421	0.3117	0.9197	0.9153	0.9166
7	0.8953	0.9184	0.3356	0.2934	0.9187	0.9121	0.9149
8	0.8979	0.9158	0.3140	0.2958	0.9159	0.9096	0.9114
9	0.9034	0.9184	0.3010	0.2803	0.9179	0.9118	0.9143
10	0.9122	0.9184	0.2769	0.2744	0.9162	0.9118	0.9138
...	...	...	...	...	...	...	...
100	0.9323	0.9378	0.1946	0.2100	0.9358	0.9333	0.9345

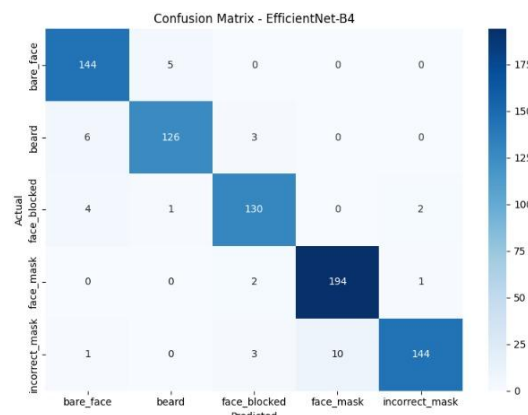
Berdasarkan pada hasil penelitian model pada table 4, Terlihat untuk performa model meningkat secara konsisten dari Epoch Pertama hingga Epoch 100. Pada Pelatihan Train Acc dan Vall Acc mempunyai nilai Awal yang baik dengan perolehan Train Acc 0.77 dan Vall Acc 0.89. Seiring Meningkatnya Pelatihan pada Awal jumlah Epoch sampai Epoch 100 Nilai Accuracy juga ikut Meningkatkan untuk hasil Train Acc di 0.9323 dan Untuk Vall Acc dengan Nilai 0.9378, Lalu Untuk Hasil Perbandingan Train Acc dan Train Loss mempunyai perbedaaan nilai pada Train Acc di angka 0.93 dan Train Loss di 0.19. Artinya Bahwa Model EfficientNet-B4 Epoch 100 mampu belajar dengan baik, akurat dan stabil seiring berjalannya Epoch.

4.3. Evaluasi Performa Model EfficientNet-B4.

Pada Evaluasi Model EfficientNet-B4 Untuk Evaluasi Performa Model Terbaik adalah di Epoch 50. Dalam Evaluasi Model EfficientNet-B4 Menunjukkan performa yang sangat baik pada proses pelatihan hingga Epoch 50. Pada setiap Nilai Performa mempunyai Hasil Nilai yang tinggi dan baik, Untuk Train Acc Mempunyai Nilai (0.9249) sedangkan nilai Vall Acc mencapai Nilai (0.9523). Pada Nilai tersebut menunjukkan model mampu melakukan Accuracy Pelatihan dengan sangat Baik, karena Validasi Accuracy Lebih Tinggi dari Train Accuracy. Model EfficientNet-B4 Epoch 50 Berhasil mempelajari pola data dengan Baik dan Optimal. Nilai terhadap Train Loss (0.2193) dan

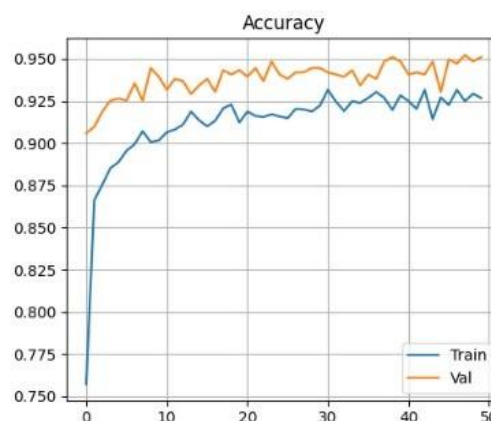
Vall Loss (0.1595) Menunjukkan bahwa keduanya sudah menjelaskan bahwa tingkat kesalahan prediksi yang rendah.

Pada Evaluasi Model terbaik EfficientNet-B4 Epoch 50, hasil Evaluasi model yang dilakukan dengan menggunakan Confusion Matrix Menghasilkan Diagram seperti Gambar 2.



Gambar 2. Matrix Model EfficientNet-B4 Epoch 50

Data Gambar 3, Confusion Matrix disimpulkan bahwa model bekerja sangat baik dalam membedakan kategori wajah. Dari Hasil Pelatihan lima kelas yang diuji yaitu bare_face (144), face_blocked (130), face_mask (194), beard (126) dan incorrect_mask (144). Pada prediksi model berada pada diagonal utama matrix, yang berarti prediksi sesuai dengan data sebenarnya. Model ini andal, stabil, dan Akurat dalam melakukan klasifikasi gambar wajah dengan berbagai kondisi. Hasil Menunjukkan bahwa model tidak hanya unggul dalam mengenali Pola data pelatihan dengan akurat. Hasil pengujian terbaik Model EfficientNet-B4 Epoch 50 dapat direpresentasikan pada Grafik Gambar 3.



Gambar 3. Evaluasi Grafik Model EfficientNet-B4 Epoch 50

Tahap Grafik Accuracy memperlihatkan tren peningkatan performa yang konsisten sejak awal pelatihan, Untuk Train Accuracy Awal Diperoleh Nilai 0.75% Lalu Nilai akhir Meningkat dengan Nilai 0.92%. Untuk Val Accuracy Awal Nilai 0.90% dan Diakhir Meningkat dengan 0.95%. Nilai Garis Accuracy pada data pelatihan dan data validasi Menunjukkan Pola yang stabil dan berdekatan. Akurasi vall yang sedikit lebih

tinggi menjelaskan bahwa model memiliki Performa yang kuat, dan kestabilan pada Pelatihan.

Untuk Hasil prediksi dari pengujian Terhadap Model EfficientNet-B4 Epoch 50, menggunakan 3 Gambar yang digunakan sebagai Pengujian Klasifikasi Deteksi Masker, Pada tahap Pengujian terhadap Model dengan menggunakan 3 data prediksi face_mask, incorrect_mask dan face_blocked, Mempunyai Hasil yang benar dan akurat. Terlihat pada data Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Prediksi Model EfficientNet-B4.

Pada Hasil Gambar 4, Prediksi dari ke 3 Gambar tersebut menggunakan Model EfficientNet-B4 Epoch 50, Pada prediksi face_mask sudah jelas terlihat bahwa klasifikasi gambar tersebut benar dalam kelasnya (face_mask). Lalu untuk prediksi incorrect_mask sudah menjelaskan jika gambar tersebut adalah kesalahan dalam memakai masker dan itu sudah sesuai dengan klasifikasinya. Untuk face_blocked juga sudah sesuai karena klasifikasi gambar tersebut sudah sesuai dengan kelasnya(face_blocked) menutupi wajah dengan tangan, Dalam hasil prediksi ini sudah dijelaskan bahwa Model EfficientNet-B4 Epoch 50 Mampu Mengklasifikasi gambar dengan baik dan Akurat.

5. KESIMPULAN

Teknologi Deteksi Masker otomatis dengan Kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) dengan Pembelajaran Deep Learning dan pendekatan Transfer Learning. Pada Model EfficientNet, untuk uji perbandingan kami menggunakan EfficientNet B4 dan B0, Pada Model EfficientNet-B4 Epoch 50 Merupakan Model dengan angka Terbaik dengan Nilai Train Acc (0.9249), Val Acc (0.9523), Train Loss (0.2193), Val loss (0.1595), Precision (0.9515), Recall (0.9498), F1-Score (0.9505) dalam Pelatihan Model EfficientNet-B4 mempunyai hasil lebih baik dan akurat dibandingkan dengan model B0.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Hu, J. Zhang, and others, "Machine Learning Techniques and Systems for Mask-Face Detection—Survey and a New OOD-Mask Approach," *Appl. Sci.*, vol. 12, p. 9171, 2022, doi: 10.3390/app12189171.
- [2] M. Sharma, H. Gunwant, P. Saggarr, L. Gupta, and D. Gupta, "EfficientNet-B0 Model for Face Mask Detection Based on Social Information Retrieval," *Int. J. Inf. Syst. Model. Des.*, vol. 13, no. 7, pp. 1–15, Oct. 2022, doi: 10.4018/IJISMD.313444.

- [3] S. Habib, M. Alsanea, M. Aloraini, H. S. Al-Rawashdeh, M. Islam, and S. Khan, "An Efficient and Effective Deep Learning-Based Model for Real-Time Face Mask Detection," *Sensors (Basel)*, vol. 22, no. 7, p. 2602, 2022, doi: 10.3390/s22072602.
- [4] Y. Himeur, S. Al-Maadeed, H. Kheddar, and others, "Face Mask Detection in Smart Cities Using Deep and Transfer Learning: A Review and Outlook," *Systems*, vol. 11, p. 107, 2023, doi: 10.3390/systems11020107.
- [5] H. Goyal, K. Sidana, C. Singh, A. Jain, and S. Jindal, "A Real Time Face Mask Detection System Using Convolutional Neural Network," *Multimed. Tools Appl.*, vol. 81, pp. 14999–15015, 2022, doi: 10.1007/s11042-022-12166-x.
- [6] J. Wang, J. Wang, X. Zhang, and N. Yu, "A Mask-Wearing Detection Model in Complex Scenarios Based on YOLOv7-CPCSDSA," *Electronics*, vol. 12, p. 3128, 2023, doi: 10.3390/electronics12143128.
- [7] X. Su, M. Gao, J. Ren, Y. Li, M. Dong, and X. Liu, "Face mask detection and classification via deep transfer learning," *Multimed. Tools Appl.*, vol. 81, no. 3, pp. 4475–4494, 2022, doi: 10.1007/s11042-021-11772-5.
- [8] R. Mar-Cupido and et al., "Deep transfer learning for the recognition of types of face masks," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 19, no. 19, p. 12234, 2022, doi: 10.3390/ijerph191912234.
- [9] M. F. Naufal and S. F. Kusuma, "Pendeteksi Citra Masker Wajah Menggunakan CNN dan Transfer Learning," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 6, pp. 1293–1301, 2021, doi: 10.25126/jtiik.2021865201.
- [10] M. Vrigkas, E.-A. Kourfalidou, M. E. Plissiti, and C. Nikou, "FaceMask: A New Image Dataset for the Automated Identification of People Wearing Masks in the Wild," *Sensors*, vol. 22, p. 896, 2022, doi: 10.3390/s22030896.
- [11] R. J. Saputra, Y. Saragih, and A. Stefani, "Pendeteksi Face Mask Menggunakan Model CNN," *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 9, no. 24, pp. 600–606, 2023, doi: 10.5281/zenodo.10435426.
- [12] R. Wariyanto Abdullah, R. Kusumastuti, and Handoko, "Analisis Pengolahan Ekstraksi Fitur Citra Untuk Klasifikasi Jenis Apel Menggunakan Scikit-Learn Dengan Algoritma K-Nearest Neighbor," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 12, no. 1, pp. 165–174, 2025, doi: 10.25126/jtiik.2025129149.
- [13] A. I. Pradana, "Deteksi Ketepatan Penggunaan Masker Wajah dengan Algoritma CNN dan Haar Cascade," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 9, no. 3, pp. 2305–2316, 2022, doi: 10.35957/jatisi.v9i3.2912.